

⑤1

Int. CL 2:

B 60 L 11-18

①9 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 29 886 A1

①1

Offenlegungsschrift 24 29 886

②1

Aktenzeichen:

P 24 29 886.0

②2

Anmeldetag:

21. 6. 74

③3

Offenlegungstag:

8. 1. 76

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

⑤4

Bezeichnung:

Elektro-Fahrzeug

⑦1

Anmelder:

Volkswagenwerk AG, 3180 Wolfsburg

⑦2

Erfinder:

Altendorf, Jens-Peter, Dipl.-Ing.; Emmann, Siegfried, Ing.(grad);
3180 Wolfsburg

⑤6

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-AS 11 35 083

DT-Pat.Anm. P 734 VIII d/21 d1 B v. 16.10.52

DT-OS 14 88 353

OE 2 19 701

GB 13 37 887

US 25 64 320

US 34 28 867

VOLKSWAGENWERK Aktiengesellschaft

318 W o l f s b u r g

Unsere Zeichen: K 1730

1702-pt-gn-hr

Elektro-Fahrzeug

20.6.74

Die Erfindung bezieht sich auf ein Elektro-Fahrzeug mit einem aus einer im Fahrzeug mitgeführten Batterie o. ä. gespeisten, in seiner Drehzahl regelbaren Gleichstrom-Fahrmotor.

Bekanntlich kann die Drehzahl eines Gleichstrommotors entweder durch Veränderung der Ankerspannung oder durch Veränderung des Erregerfeldes geändert werden. Auch die Kombination beider, zunächst eine Ankerspannungsverstellung und danach eine Erregerfeldverstellung (Feldschwächung), ist üblich. Bei einem Gleichstrom-Nebenschlußmotor oder bei einem fremderregten Gleichstrommotor beträgt der Erregerstrom im allgemeinen nur einen Bruchteil seines Ankerstromes. Der Aufwand zur Regelung des Ankerstromes ist daher erheblich größer als zur Regelung des Erregerstromes, insbesondere dann, wenn -wie heute üblich- zur Regelung elektronische Gleichstromsteller verwendet werden, die den Strom in schneller Folge ein- und ausschalten. Bei Elektro-Fahrzeugen, deren Fahrmotoren aus einer im Fahrzeug mitgeführten Batterie gespeist werden, muß wegen der begrenzten Batteriekapazität darauf

geachtet werden, daß das Fahrzeuggewicht möglichst gering ist und daß der Aufwand für die Regelung etc. sich in Grenzen hält. Es ist daher bereits vorgeschlagen worden, den Gleichstrom-Fahrmotor eines derartigen Elektro-Fahrzeuges ausschließlich über das Erregerfeld in der Drehzahl zu regeln. Die durch den Erregerstrom in der Erregerwicklung aufgrund ihres Ohm'schen Widerstandes verursachte Verlustleistung ist -gemessen an der Gesamtleistung des Fahrmotors- verhältnismäßig gering. Bei einem Elektro-Fahrzeug, bei dem die an Bord mitgeführte Energie begrenzt ist, fällt aber auch diese geringe Verlustleistung bereits ins Gewicht.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Elektro-Fahrzeug der eingangs genannten Art weiter zu verbessern und insbesondere die Verlustleistung weiter herabzusetzen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zumindest ein Teil des zur Regelung der Drehzahl regelbaren Erregerfeldes durch Permanentmagnete erzeugt ist.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist das Erregerfeld durch Permanentmagnete und durch dazu magnetisch in Reihe geschaltete stromdurchflossene Erregerwicklungen erzeugt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Erregerfeld ausschließlich durch Permanentmagnete, denen ein magnetischer Parallelpfad mit mechanisch veränderbarem magnetischen Widerstand zugeordnet ist, erzeugt. Vorzugsweise weist dabei der magnetische Parallelpfad einen oder mehrere Luftspalte auf, deren Größe mechanisch veränderbar ist.

Anhand zweier Ausführungsbeispiele werden die Erfindung und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung erläutert.

In der Zeichnung zeigen

- Figur 1 ein Elektro-Fahrzeug mit einem Gleichstrommotor, der mittels eines Permanentmagneten und einer Erregerwicklung erregt wird,
- Figur 2 ein Elektro-Fahrzeug mit einem Gleichstrommotor, der ausschließlich durch Permanentmagnete erregt wird, und
- Figur 3 ein magnetisches Ersatzschaltbild für den durch einen Permanentmagneten erregten Gleichstrommotor.

Das Elektro-Fahrzeug, von dem im wesentlichen nur die angetriebenen Räder 10 mit den Antriebswellen 9 und einem Differential 8 dargestellt sind, ist mit einer Fahrzeugbatterie 2 ausgerüstet, aus der ein Gleichstrom-Fahrmotor 1 gespeist wird. Die Ankerwicklung 1a des Fahrmotors 1 ist im Beispiel direkt mit der Fahrzeugbatterie 2 verbunden. Üblicherweise vorhandene Schütze oder Schalter zwischen der Fahrzeugbatterie 2 und der Ankerwicklung 1a sind der Übersichtlichkeit wegen nicht besonders dargestellt. Die Feldwicklung 1b des Fahrmotors 1 ist über eine bekannte, den Erregerstrom regelnde Schaltungsanordnung 3 mit der Fahrzeugbatterie 2 verbunden. Diese Schaltungsanordnung 3 muß lediglich in der Lage sein, die Größe des Erregerstromes im gewünschten Sinne und in der gewünschten Abhängigkeit zu regeln. Möglich ist beispielsweise der Einsatz eines elektronischen Gleichstromstellers, der in der Lage ist, einen Gleichstrom fortlaufend mit hoher Frequenz ein- und auszuschalten. Bei diesen aus der Leistungselektronik bekannten Gleichstromstellern handelt es sich insbesondere um unter Zuhilfenahme von Thyristoren, Dioden und Löschkondensatoren aufgebaute Gleichstromschalter. Da der Erregerstrom relativ klein ist, können im allgemeinen auch bereits Schalttransistoren eingesetzt werden. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist innerhalb des magnetischen Pfades des Erregerfeldes des Fahrmotors ein Permanentmagnet 6 angeordnet, welcher magnetisch in Reihe

zur Erregerwicklung 1b liegt. Der magnetische Nordpol und der magnetische Südpol sind mit N bzw. mit S angedeutet. Dieser Permanentmagnet 6 liefert für den Gleichstrom-Fahrmotor 1 eine Grunderregung. Die eigentliche Regelung des Erregerfeldes, die zur gewünschten Regelung der Drehzahl führt, wird mit Hilfe der Erregerwicklung 1b durchgeführt. Durch Änderung der Polarität des die Erregerwicklung 1b durchfließenden Erregerstromes kann die Richtung des durch die Erregerwicklung erzeugten Magnetfeldes verändert werden. Je nach der Richtung dieses Magnetfeld aufweist, wird es zum Magnetfeld des Permanentmagneten 6 addiert oder davon subtrahiert. Das für den Gleichstrom-Fahrmotor 1 wirksame Magnetfeld kann somit im weiten Umfange verändert werden. Man erkennt, daß mit der erfindungsgemäßen Anordnung die Drehzahl des Motors im selben Umfang wie bei bekannten Anordnungen geregelt werden kann.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist der Vollständigkeit halber dargestellt, daß der Motorantrieb 1c über ein Getriebe 7, eine Kuppelung 5 und eine Kardanwelle 4 mit dem Differential 8 verbunden ist. Durch das Getriebe 7 kann die Motordrehzahl nach Bedarf auf das gewünschte Niveau gebracht werden. Ein solches Getriebe ist aber nicht in jedem Fall erforderlich.

Da ein Teil der notwendigen Erregung durch den Permanentmagneten aufgebracht wird, muß durch die Erregerwicklung 1b ein kleineres magnetisches Feld als sonst üblich erzeugt werden. Der für die Unterbringung der Erregerwicklung benötigte Wickelraum an den Feldpolen ist somit geringer. Unter Beibehaltung des üblichen Wickelraumes ist es daher in einfacher Weise möglich, für die Erregerwicklung 1b einen Leiter größeren Querschnitts zu benutzen, so daß die Verlustleistung der Erregerwicklung entsprechend der damit verbundenen Verringerung des Erregerwicklungswiderstandes reduziert wird. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Verlustleistung, die bei der Erzeugung des Erregerfeldes anfällt, von vornherein reduziert ist, weil ein Teil des benötigten magnetischen Feldes vom Permanentmagneten erzeugt wird. Diese Reduzierung der Verlustleistung stellt für Elektro-Fahrzeuge, welche

die benötigte elektrische Energie aus einer im Fahrzeug mitgeführten Batterie o. ä. beziehen, einen wesentlichen Vorteil dar.

Figur 2 zeigt in einer Prinzipdarstellung ein Elektro-Fahrzeug, bei dem das Erregerfeld des Gleichstrom-Fahrmotors ausschließlich durch Permanentmagnete, denen ein magnetischer Parallelpfad mit mechanisch veränderbarem magnetischen Widerstand zugeordnet ist, erzeugt wird. Elemente, die mit denen in Figur 1 übereinstimmen, sind mit den gleichen Ziffern versehen. Im Gegensatz zu Figur 1 besitzt der Gleichstrom-Fahrmotor 1 keine Erregerwicklung mehr. Die gesamte benötigte Erregung wird von einem Permanentmagneten 6 geliefert, dessen beide Pole wiederum mit N und S gekennzeichnet sind. Das magnetische Feld eines Permanentmagneten ist bekanntlich konstant. Um eine Veränderung des für den Gleichstrom-Fahrmotor 1 wirksamen magnetischen Flusses im Luftspalt 13 zu erreichen, wird ein Teil des vom Permanentmagneten 6 erzeugten Flusses über einen magnetischen Parallelpfad 11 umgeleitet. Der gesamte vom Permanentmagneten 6 erzeugte Fluß teilt sich daher in zwei Teilflüsse ϕ_1 und ϕ_2 auf. Die Größe von ϕ_1 bzw. ϕ_2 richtet sich nach dem Verhältnis der magnetischen Widerstände der beiden Flußwege. Der magnetische Widerstand eines magnetischen Kreises, bestehend aus einem Eisenjoch mit Luftspalt, hängt entscheidend von der Größe eines darin befindlichen Luftspaltes ab. Um die Größe des magnetischen Widerstandes des Parallelpfades 11 zu verändern, wird daher der Luftspalt 12 mechanisch verändert. Wird dieser Luftspalt sehr groß gemacht, dann erhöht sich auch der magnetische Widerstand dieses Pfades entsprechend. Der Fluß ϕ_2 wird entsprechend niedrig. Da die Summe von ϕ_1 und ϕ_2 konstant ist, erhöht sich der am Anker des Gleichstrom-Fahrmotors 1 wirksame Fluß ϕ_1 entsprechend. Es stimmt somit nahezu mit dem vom Permanentmagneten 6 erzeugten Fluß überein. Der Gleichstrom-Fahrmotor ist dann maximal erregt. Wenn der Luftspalt 12 des magnetischen Parallelpfades 11 mechanisch verkleinert wird, verringert sich auch der magnetische Widerstand dieses Pfades entsprechend, so daß sich die Aufteilung des Flusses auf die beiden Pfade entsprechend ver-

Ändert. Der Fluß ϕ_2 wird größer und der Fluß ϕ_1 entsprechend kleiner. Das Feld des Gleichstrom-Fahrmotors wird geschwächt. Entsprechend der mechanisch vorgenommenen Feldveränderung wird die Drehzahl des Gleichstrom-Fahrmotors 1 ebenfalls verändert.

In Figur 3 ist zur Erläuterung der in Figur 2 herrschenden Verhältnisse ein vereinfachtes magnetisches Ersatzschaltbild dargestellt. Der Permanentmagnet 6 ist als magnetische Quelle gezeigt, welche einen Fluß ϕ erzeugt. Dieser Fluß ϕ teilt sich entsprechend den magnetischen Widerständen 1a und 11 in den Fluß ϕ_1 und ϕ_2 auf. Der magnetische Widerstand 11 ist veränderbar, so daß die Aufteilung des Flusses entsprechend verändert wird. Auch diese erfindungsgemäße Anordnung bietet den wesentlichen Vorteil, daß die Verlustleistung des Gleichstrom-Fahrmotors herabgesetzt wird, so daß die Fahrzeugbatterie 2 entsprechend entlastet wird.

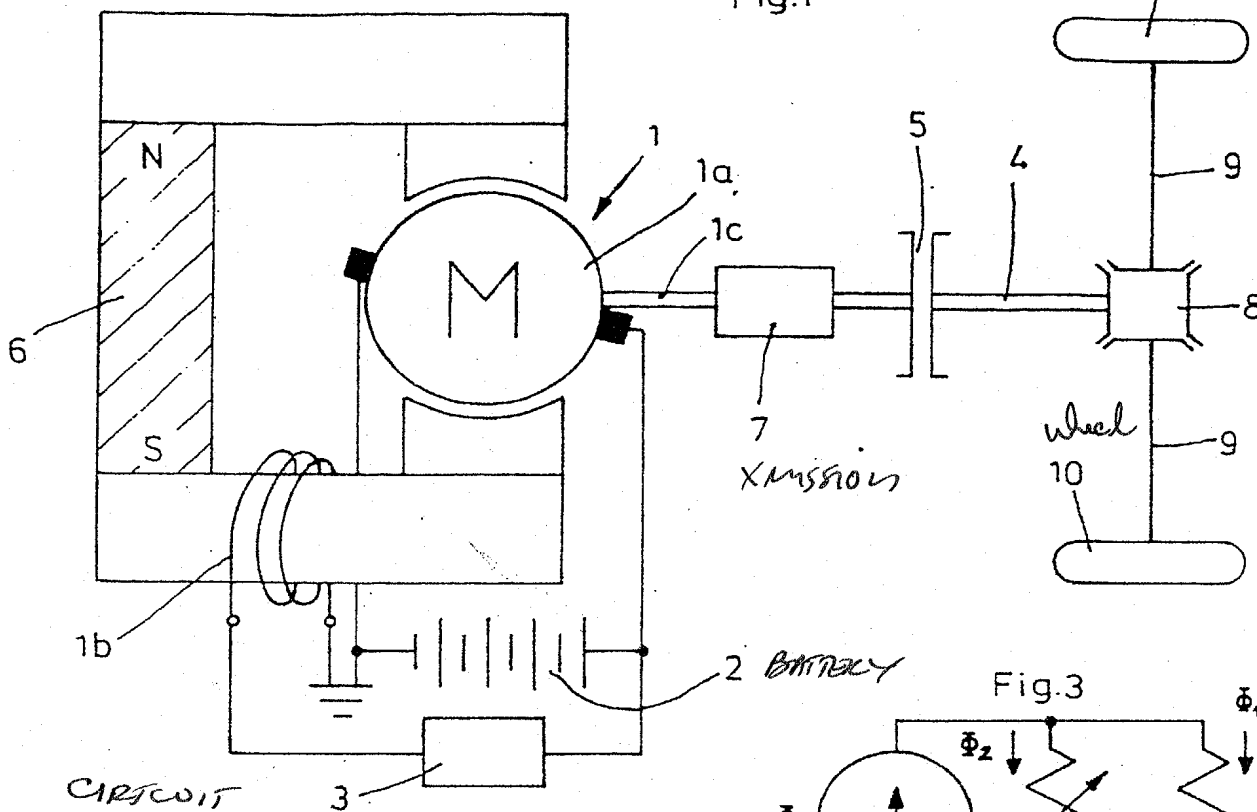
Denkbar ist es auch, das ausschließlich durch Permanentmagnete erzeugte Erregerfeld zwecks Regelung der Drehzahl des Elektro-Fahrzeugs dadurch zu regeln, daß der magnetische Widerstand des Motorluftspaltes selbst mechanisch verändert wird. Ein magnetischer Parallelpfad ist in diesem Falle nicht erforderlich. Die Veränderung des magnetischen Widerstandes des Motorluftspaltes kann beispielsweise durch Verändern der Größe des Motorluftspaltes oder durch Verändern der aktiven Erregerfläche erfolgen. Denkbar ist es beispielsweise, zur Veränderung dieser aktiven Fläche den Läufer des Motors in axialer Richtung zu verschieben, so daß nur noch ein Teil der Läuferfläche innerhalb des Stators zu liegen kommt. Diese Veränderung der aktiven Erregerfläche könnte auch mit einer gleichzeitigen Veränderung der Größe des Motorluftspaltes kombiniert werden, indem beispielsweise die Statorbohrung und der Läufer konisch ausgeführt werden, so daß ein axiales Verschieben des Läufers nicht nur zu einer Veränderung der aktiven Erregerfläche, sondern gleichzeitig auch zu einer Veränderung der Größe des Motorluftspaltes führt.

Der Einfachheit halber ist das Prinzip der Erfindung anhand eines zweipoligen Gleichstrom-Fahrmotors erläutert worden. Es versteht sich, daß der Gleichstrom-Motor in der Praxis mehrpolig ausgebildet ist und dementsprechend auch eine entsprechende Anzahl von Permanentmagneten eingesetzt wird.

A N S P R Ü C H E

1. Elektro-Fahrzeug mit einem aus einer im Fahrzeug mitgeführten Batterie o. ä. gespeisten, in seiner Drehzahl regelbaren Gleichstrom-Fahrmotor, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil des zur Regelung der Drehzahl regelbaren Erregerfeldes durch Permanentmagnete (6) erzeugt ist.
2. Elektro-Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erregerfeld durch Permanentmagnete (6) und durch dazu magnetisch in Reihe geschaltete stromdurchflossene Erregerwicklungen (1b) erzeugt ist.
3. Elektro-Fahrzeug nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagneten (6) und die stromdurchflossenen Erregerwicklungen (1b) durch Änderung der Polarität des Erregerstromes im addierenden oder im subtrahierenden Sinn magnetisch in Reihe schaltbar sind.
4. Elektro-Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erregerfeld ausschließlich durch Permanentmagnete (6), denen ein magnetischer Parallelpfad (11) mit mechanisch veränderbarem magnetischen Widerstand zugeordnet ist, erzeugt ist.
5. Elektro-Fahrzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der magnetische Parallelpfad (11) einen oder mehrere Luftspalte (12) aufweist, deren Größe mechanisch veränderbar ist.
6. Elektro-Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erregerfeld ausschließlich durch Permanentmagnete (6) erzeugt wird, wobei der magnetische Widerstand des Motorluftspaltes (13) mechanisch veränderbar ist.

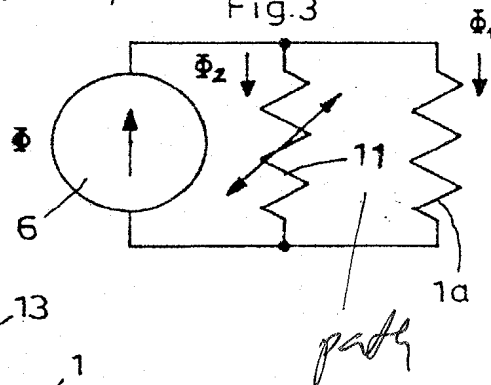
Fig.1



excitation

CIRCUIT

Fig.3



path

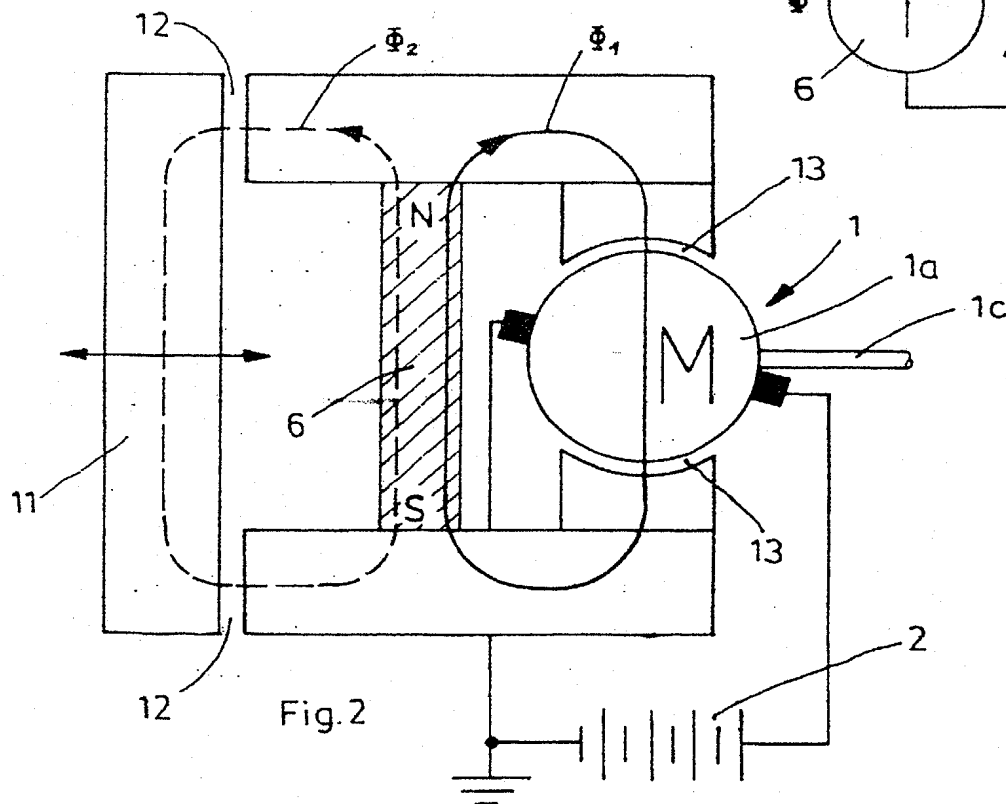


Fig.2

Volkswagenwerk AG Wolfsburg

509882/0150

K 1730